Ⅰ－23　地盤－基礎－構造物全体系の地震応答解析

高知工業高等専門学校建設システム工学科　　吉川正昭
大阪府警　　佐竹孝二

1　はじめに

地震が生じたとき、地盤や構造物群の挙動が予測できれば、都市計画上、構造物を建てられない場所もでてくる。しかしながら、各敷地ごとの構造物の動的挙動は完全予測できないのが現状である。地盤－基礎－構造物全体系の耐震性を評価する設計法の確立が望まれるわけで、本論では地盤と基礎の動的相互作用により生じる現象を表す相互作用ばねに、振動数依存性を考慮できるばね[1)]と簡易な振動数に依存しないばねを用いた場合について、比較的地盤の良い場所に築造される直接基礎と、悪い場所に築造される杭基礎を用いて、地震波入力による全体系の応答解析[2)]を行っている。

2　解析方法

杭の形式を地盤が良いときは直接基礎、地盤が悪いときは杭基礎として、基礎と地盤の動的相互作用により生じる現象を Sway と Rocking におきかえる方法を用いる。動的相互作用による現象を直接基礎（略してＤ）、杭基礎（略してＰ）それぞれで、振動数を考慮したモデル（***caseD1***、***P1***）振動数非依存のモデル（***caseD2***、***P2***）の４種類を考えた。

解析モデルの上部構造物は梁要素で表わし、回転慣性をゼロとして縮合した。集中質量系で節点重量を用い、２質点とした。入力地震動は地震波数 501（⊿ｔ：0.02 秒、Ｔ：10 秒）、最大加速度 100gal の八戸波の EW 波と、地震波数 2040（⊿ｔ：0.01 秒、Ｔ：20.4 秒）、最大加速度 100gal の八戸波の NS 波とした。尚、EW 波は人工的に初動部を cut し、主要動部を引きのばした地震動である。又、入力は水平方向のみであり、回転動の入力は考慮していない。解析対象構造物のモデルを**図 -2.1** に示す。直接基礎の場合は杭を取り除いただけである。解析対象地盤を**図 -2.2** に示す。同図の、（　）内に示した値は ***caseD1*** の場合の値である。比較項目は、***caseD1***、***D2***、***P1***、***P2*** の４ケースについて NS 波入力と EW 波入力、さらに上部構造物重量を２倍とした場合、上部構造物高さを２倍にした場合の計 24 ケースである。

3　解析結果と考察

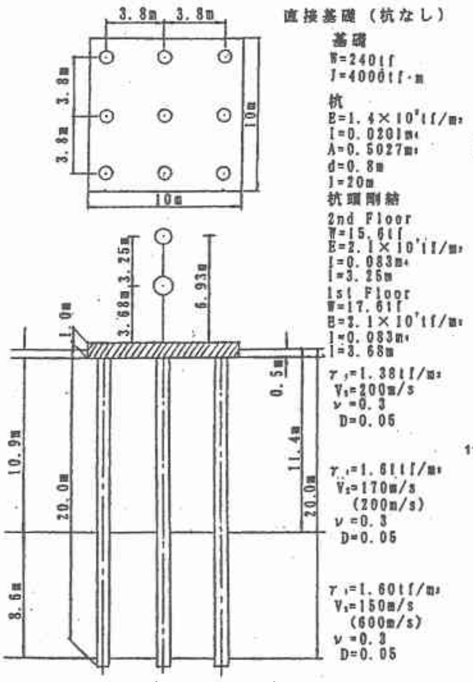
八戸波の NS 波を入力した場合の頂部、中部と基礎の応答性状について、地盤の動的相互作用ばねの振動数依存性を考慮する場合と考慮しない場合の解析結果を示す。

３．１　応答性状（振動数依存性を考慮しない）

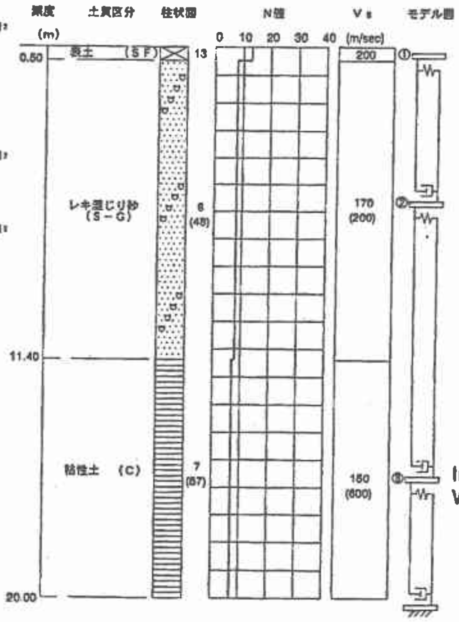
最大加速度値は、**図 -3.1** に示すように 2nd　Floor で記録されており、入力地震波の加速度の２倍以上になる。1st　Floor は 2nd　Floor 程に加速度が増幅することはないが、入力地震波に比べると約 1.3 倍になる。Sway は入力地震波とほぼ同じ加速度であり、構造物基礎が地盤と一体となって振動していることがわかる。Rocking の加速度は非常に小さいが、これは回転動であるため水平動とは異なった振動をするためである。加速度と同様に変位も、**図 -3.2** に示すように 2nd　Floor において最も大きくなる。Rocking の変位は極端に小さい。構造各部の応答倍率は、**図 -3.3(1)**に示すように同一振動数（約 15Hz）で卓越した値となる。これは、全体系の振動が Sway 振動と Rocking 振動の混成したものであるが、フーリエスペクトルからわかるように Rocking の影響が大きいためである。フーリエスペクトルは、**図 -3.3(1)**に示すように 2nd　Floor、1st　Floor、Sway 等の水平動の卓越振動数は 0.39Hz と一様であるが、2nd　Floor、1st　Floor には Rocking の卓越振動数の影響が現れている。

３．２　振動数依存性を考慮した場合

振動数非依存の場合、**図 -3.1** に示すように top の 2nd　Floor の最大加速度が 200gal に達するのに対し、依存の場合 120gal 弱とかなりの差がある。又、依存の場合 1st　Floor と Sway の振動にほとんど差がない。わずかに 1st　Floor が大きいだけである。水平動の応答加速度に関しては非依存の方が厳密解の依存ばねに比べて大きくなる。応答倍率は、**図 -3.3(2)**に示すように非依存の場合卓越振動数が同じであるのに対し、依存では全て異なり、Rocking、2nd　Floor、1st　Floor、Sway の順に卓越振動数が小さくなる。



（　）内の値は振動数依存の直接基礎の場合の値



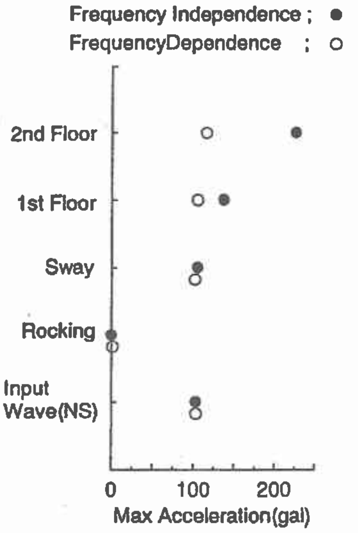
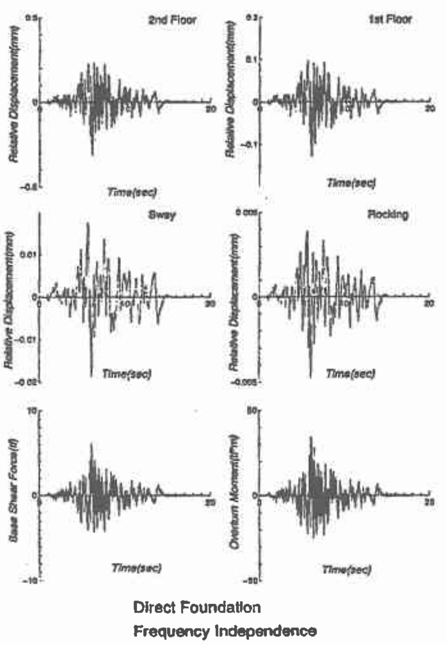
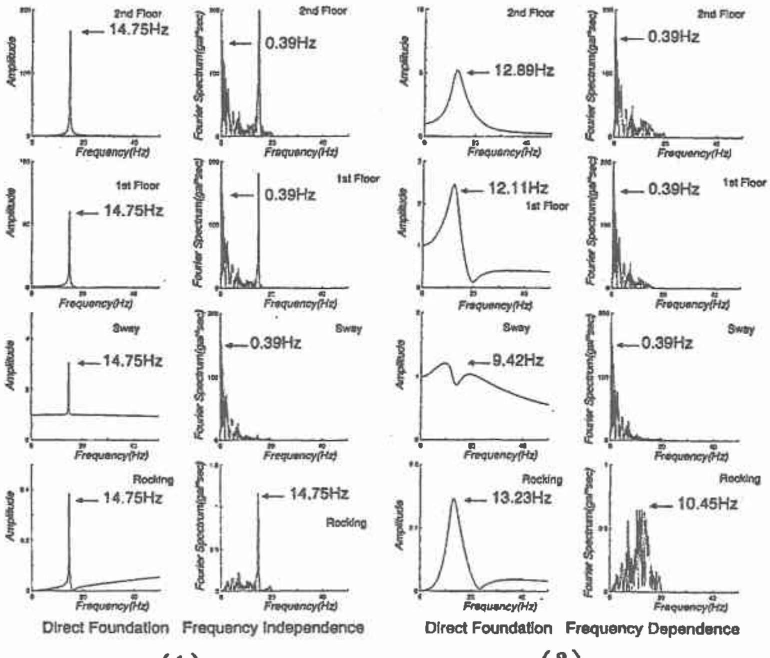


図-2.1　解析対象モデル　図-2.2　解析対象地盤　図-3.1　依存と非依存の比較





(1)　　　(2)

図-3.2　変位と断面力　　図-3.3　応答倍率とフーリエスペクトル

参考文献

1）　土木学会耐震工学委員会、動的相互作用小委員会：「基礎・地盤・構造物全体系の動的相互作用－相互作用効果の耐震設計への導入－」、1992.9、p.p.Ⅱ-24～Ⅱ-85

2）　Kenzo TOKI,Tadanobu SATO,Junji KIYONO, Nozar KISHI G., Susumu EMI, Masaaki YOSHIKAWA :SEISMIC BEHAVIOUR OF PILE GROUPS BY HYBRID EXPERIMENTS, EARTHQUAKE ENGINEERING AND STRUCTURAL DYNAMICS, VOL.20, pp.895～909, 1991.9.